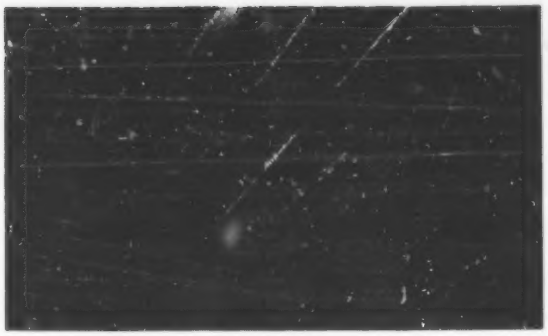
Agriculture and Agri-Food Canada
Research Branch

Agriculture et Agroalimentaire Canada
Direction générale de la recherche

Canada

Hygiene Measures in Fruit and Vegetable Storage Warehouses

Vicky Toussaint, M.Sc, Annie Ouimet, M.Sc, Odile Carisse, Ph.D, Jennifer DeEll, Ph.D and Clément Vigneault, Ph.D, Eng



Ceiling of a cold-storage warehouse contaminated because of an accumulation of dust and condensation

There are numerous sources of contamination in storage warehouses. Perishable goods can be contaminated by fungi and bacteria during the growing season, as well as throughout the process, from harvest to storage. Containers used during harvesting and storage, processing and packaging equipment, the air and warehouse walls are other sources of contamination (Moras, 1983).

The presence of plant debris in warehouses also allows micro-organisms to multiply quickly and become a major source of contamination for stored foods. The accumulation of volatile substances originating from perishable foods provides sufficient carbon sources to support the growth of moulds and possibly of certain bacteria. Finally, the water used in the postharvest treatment or to clean warehouses can also be a source of contamination.

THE MICRO-ORGANISMS RESPONSIBLE

Different types of micro-organisms can lead to food spoilage in warehouses. However, bacteria causing rot and fungi causing moulds are the most common.

Bacteria

Bacteria, which cause rot, are single-celled micro-organisms that reproduce by division. If environmental conditions are optimal, the bacteria population can double in 20 to 30 minutes. Bacteria are generally propagated by direct contact between perishable goods or with contaminated surfaces, or else with the water used during treatment before or after storage. Some of these bacteria can be pathogenic for humans, such as *Listeria monocytogenes*, which is sometimes found on certain vegetables.

Fungi

Fungi, which cause mould, can develop on a substrate providing very few nutrients. Unlike bacteria, fungi are visible to the naked eye. They generally reproduce by forming numerous spores, which are easily disseminated by washing channels, by direct contact and particularly by the air. Fungus spores can attach themselves to storage chamber walls and to equipment used in the warehouse (Moras, 1983). The development of mould on walls or ceilings may indicate insufficient insulation or a perforated or poorly installed vapour seal. In this case, even if chemical disinfectants destroy most of the fungi, the long-term solution remains to replace or repair the defective item.

Grey mould on an onion, caused by Botrytis cinerea

Many of these organisms feed on perishable goods and organic matter. In the absence of nutrient sources, they can survive on other materials, such as wood and plastic. When they attack organic matter, bacteria and fungi can give off foul odours (ethylene and other volatile substances) that can change the taste or accelerate the maturation of stored fruit and vegetables. Although it is difficult to completely eliminate these micro-organisms, preventive measures and an appropriate clean-up plan can control their proliferation and greatly reduce the infection rate of perishable goods in storage warehouses.

CLEANING UP THE WAREHOUSE

When they are present in the warehouse, micro-organisms causing rot and mould on fruit and vegetables (Table 1) can be eliminated with an appropriate clean-up plan. The presence of any source of plant material can allow bacteria and fungus spores to survive between two storage periods. Micro-organisms can then grow and lead to major losses when perishable goods are stored. It is thus important to adhere to appropriate hygiene standards in order to reduce losses.

For a clean-up plan to be effective, it must follow certain steps in a specific order. These steps are cleaning, disinfecting, rinsing and drying. The techniques and products used to carry out each step must be adapted to

treatment systems and storage facilities, whose main components are as follows:

- Floors, walls, ceiling, doors and structural beams;
- Components of refrigeration systems and treatment and handling systems for fruit and vegetables;
- Electrical conduits and light fixtures;
- Water and air pipes and channels and their components (drains, grates);
- Wooden and plastic containers reused for storage of fruit and vegetables;
- Pallets used to handle containers;
- Machinery used in the warehouse;
- Waste containers.

Cleaning

Cleaning is the first step in maintaining a warehouse. It eliminates the plant residues that encourage the growth of micro-organisms. These residues are a major source of contamination for stored goods. Regular elimination of this primary source of inoculum helps to reduce losses in the warehouse.

Debris on the floor can generally be eliminated simply by sweeping it up. However, vigorous brushing can be required when debris have adhered to the walls and ceilings. Thorough dusting is also required to facilitate the subsequent steps. Vacuuming or wetting the surfaces are good ways of getting dust off them without spreading it into the air. The remaining matter and dirt can be removed with water and detergent. At this stage, it is important to scour surfaces well to dislodge ground-in dirt.

Onion debris accumulated on the floor of a packing line

High-pressure washing with a non-foaming industrial detergent is often the easiest solution. For safety reasons, electrical systems and motors that are not waterproof should be covered.

This first step is very important because the presence of organic matter impedes and can even neutralize the action of disinfectants. In addition, it removes substrates that can promote the growth of micro-organisms in the warehouse. However, many micro-organisms will not be reached by this process, and must be eliminated using disinfectants.

Disinfecting

Premises and packaging materials must be disinfected when no perishable goods are in the warehouse. It is important to cover electrical systems and metal pipes, etc, especially if you use corrosive substances (Lidster *et al.*, 1988). Disinfecting the warehouse, warehouse equipment and treatment systems should be done with the right products using the proper methods (Table 2). Special care should be taken if there is a high rate of contamination. The disinfectant destroys micro-organisms on surfaces. However, for it to be effective, the conditions of application and contact time must be adhered to strictly.

Disinfectants are often irritating. To avoid discomfort and health problems, it is important to wear effective protective equipment and clothing when using them, including safety glasses, a breathing mask, a waterproof garment, and rubber gloves and boots.

It is also important to read labels carefully before using disinfectants that are approved for this purpose and to follow directions when using them. Special care should be taken to comply with the recommended time lapses between use of disinfectants, airing out the warehouse after disinfecting it, and the entry of new horticultural products to the warehouse. To give the storage chambers a good airing, the doors should be open and outside air forced into the warehouse. Adding an activated-carbon air filter prevents odours from developing in the storage chambers. The literature suggests that fungicide-based paint be applied to walls to provide additional protection for a number of years (Phillips *et al*, 1979, Lidster *et al*, 1988).

Ozone and UV radiation are not effective in disinfecting storage chambers. In addition to being very detrimental to the health, Lidster *et al* (1988) noted that weak concentrations of ozone (0.5 ppm) can damage perishable goods, plastic, electric wire coverings and rubber-based objects such as pressure seals.

Leaving boxes, pallets, containers and other equipment out in the sun or a strong wind will partially disinfect them.

Fumigants can be used to reach the smallest hidden corners that cannot be reached by conventional methods. However, this method is only effective when used with wet surfaces. It involves considerable health risks and the warehouse must be thoroughly ventilated for several days afterward. In order for it to be effective, great care must be used when fumigating and special precautions should be taken to avoid anyone coming into contact with these products by mistake.

Rinsing

Some disinfectants give off odours that can give an unpleasant taste to fruit and vegetables. Also, the long-acting effect of some of these products can corrode materials forming the warehouse structure and storage equipment. Proper rinsing is therefore essential when certain disinfectants are used (Table 2).

Rinsing involves thoroughly spraying all surfaces treated with disinfectants, starting with the highest ones so that the residues run down toward the floor. Any stagnant water must be eliminated. It is essential to use water of drinking quality so that the warehouse is not recontaminated.

Drying

Drying is the last important step in a warehouse clean-up plan. The goal is to eliminate humidity, which provides ideal conditions for the development of moulds and rot. If the disinfectant used does not require rinsing, drying takes place immediately after disinfecting; otherwise it comes after the rinsing stage.

Table 1. Principle Micro-organisms and Damage that They Cause to Fruit and Vegetables Stored in Warehouses

Fruit/Vegetables	Fungi	Bacteria
Carrots	*Alternaria* sp.[1]; *Rhizopus* sp.[2]; *Sclerotinia sclerotiorum*[4]	*Erwinia* spp.[3]
Celery	*Acremonium apii*[5]; *Botrytis cinerea*[6]	Erwinia *spp.*[3]; *Pseudomonas* spp. [3]
Crucifers	*Alternaria* sp.[1]; *Botrytis cinerea*[6]	*Listeria monocytogenes*[13], *Aeromonas* sp.[7]
Fruit in general	*Penicillium* sp.[8]	
Vegetables in general		*Erwinia* spp[3]; *Pseudomonas* spp.[3]; *Yersinia enterocolitica*[7]; *Aeromonas sp.*[7]; *Listeria monocytogenes*[13].
Onions	*Aspergillus* sp.[9]; *Botrytis cinerea*[6], *Penicillium* spp.[8], *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*[10]	*Erwinia* spp.[3]; *Pseudomonas* spp.[3]
Bell peppers	*Alternaria* sp.[1]	*Erwinia* spp.[3]; *Pseudomonas* spp. [3]
Pears	*Penicillium expansum*[8]; *Botrytis cinerea*[6]	
Apples	*Penicillium expansum*[8]; *Botrytis cinerea*[6];	
Potatoes	*Fusarium* sp.[13]; *Phoma* sp.[12]	*Erwinia* spp.[3], *Listeria monocytogenes*[13]
Sweet potatoes	*Rhizopus* sp.[2]; *Fusarium* sp.[11]	*Erwinia chrysanthemi*[3]
Tomatoes	*Alternaria* sp.[1]; *Rhizopus* sp.[2]; *Botrytis cinerea*[6]	*Erwinia* spp.[3]; *Aeromonas* sp.[7]; *Pseudomonas* spp. [3]

1- Alternarian black rot; 2- Black rot; 3- Soft rot on perishable goods; 4- White mould ; 5- Brown stain; 6- Grey mould; 7- Diarrhea in humans; 8- Blue mould; 9- Black mould; 10- Fusarium bulb rot; 11- Fusarium rot; 12- Gangrene; 13- Listeriosis.

Drying involves removing surplus water and giving the storage chambers a good airing. If outside conditions are hot and dry, outside air can be forced inside. Maintaining a high temperature and low humidity rate can help to reduce the growth of mould and bacteria in the warehouse.

INTERVALS BETWEEN CLEAN-UP OPERATIONS

All these steps are indispensable to the warehouse clean-up process. Once the warehouse has been thoroughly cleaned, it is important not to recontaminate it with work boots and soiled protective clothing or agricultural machinery straight from the field. The intervals at which the warehouse must be cleaned depend on the type of storage.

Short-term storage

During short-term storage, such as that for strawberries or beans, hygiene measures should be ongoing. Since these products are very perishable, they promote the growth of saprophytic micro-organisms. No accumulation of debris should be tolerated. It creates a constant source of contamination which, if not eliminated by preventive measures, can lead to large economic losses.

Long-term storage

As for long-term storage such as that for apples, potatoes and carrots, cleaning should be done immediately following the storage season. All other steps involved in cleaning up the warehouse should be carried out before each storage season begins, especially if there were losses caused by micro-organisms during the last storage period.

It is also important to determine the sources of contamination present in the warehouse, which makes it easier to establish which preventive measures to use. The control of pathogens can be greatly facilitated at the time when warehouses are designed by choosing materials that are easy to wash, eliminating inaccessible places and porous materials, allowing for easy access to ventilation ducts, and eliminating areas where water can accumulate.

Implementing a warehouse clean-up plan will not solve all problems, but carrying out these measures will greatly reduce losses caused by micro-organisms in fruit and vegetable warehouses.

CRDH
Horticulture
Saint-Jean-sur-Richelieu

MAIL ORDERS

This fact sheet can be obtained free of charge from the following address:

Publications
Horticultural R and D Centre
430 boul. Gouin
Saint-Jean-sur-Richelieu, Quebec
CANADA J3B 3E6

Table 2: Disinfectants Approved in Canada for Cleaning of Fruit and Vegetable Warehouses (1999).

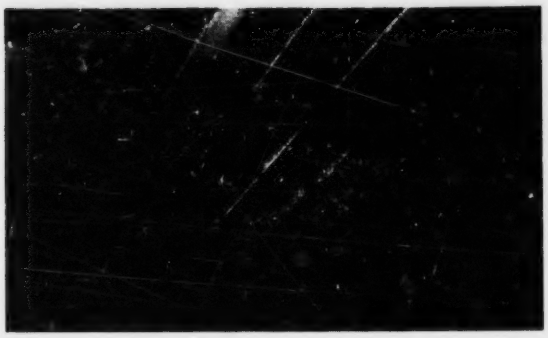
Chemical compound	Activity		Inactivated by organic matter	Corrosive	Solution	Exposure time (minutes)	Advantages	Disadvantages
	Bactericide	Fungicide						
Hypochlorides (Javex 5.25 to 6% a.m.)	+	+	Yes	Yes Very corrosive for metal	10 L / 90 L of water	10	Quick action Low cost	Discolours certain materials Odors Irritant Must be changed often Sensitive to the pH of water Can leave an odour on products **Rinsing necessary**
Quaternary Ammonium (10% a. m.)	++ to +	+	To a slight extent	No	8 to 24 mL / L of water	10	Effective at low temperatures Can be combined with detergents	Do not mix with other products **Rinsing necessary**
Phenolic compounds (hospital disinfectant)	++	++	To a slight extent	No	See label	10	Residual action	Non volatile residues **Rinsing necessary**
37% formaldehyde solution	++	± to +	Yes	No	4 L / 100 L of water	30	Broad-spectrum action	Noxious to humans Wear a breathing mask Irritant Air out space after treatment Toxic fumes Leaves an unpleasant odour

Legend: ++ = very effective; + = effective; ± = not very effective
Guide to pest management, 1995-96.

Agriculture et Agroalimentaire Canada
Agriculture and Agri-Food Canada
Direction générale de la recherche
Research Branch
Canada

Mesure d'hygiène dans les entrepôts à fruits et légumes

Vicky Toussaint, M. Sc., Annie Ouimet, M. Sc., Odile Carisse, Ph. D., Jennifer DeEll, Ph. D. et Clément Vigneault, Ph. D., ing.



Plafond d'entrepôt réfrigéré contaminé à cause d'une accumulation de poussière et de condensation.

Les sources de contamination en entrepôt sont nombreuses ; les produits frais peuvent être contaminés par des champignons et des bactéries pendant la saison de croissance, ainsi que tout au long du processus, de la récolte jusqu'à l'entreposage. Les contenants utilisés lors de la récolte et de l'entreposage, les appareils de traitement et de conditionnement ainsi que l'air et les parois des entrepôts sont aussi des sources de contamination (Moras, 1983).

De plus, la présence de débris végétaux dans les entrepôts permet aux microorganismes de se multiplier en grand nombre et de devenir une importante source de contamination pour les produits entreposés. L'accumulation de substances volatiles provenant des produits frais est une source suffisante de carbone pour supporter la croissance de moisissures et possiblement de certaines bactéries. Enfin, l'eau utilisée dans les traitements postrécoltes ou pour le nettoyage des entrepôts peut être également une source de contamination.

LES MICROOGANISMES RESPONSABLES

Il existe différents types de microorganismes qui peuvent être à l'origine de la dégradation des produits en entrepôt. Cependant, les bactéries causant des pourritures et les champignons causant des moisissures sont les plus communs.

Les bactéries

Responsables des pourritures, les bactéries sont des microorganismes unicellulaires qui se reproduisent par division. Si les conditions environnantes sont optimales, la population bactérienne peut doubler en 20 à 30 minutes. Les bactéries sont généralement propagées par contact direct entre les produits frais ou avec des surfaces contaminées, ou encore par l'eau utilisée lors de traitements avant ou après l'entreposage. Certaines de ces bactéries peuvent êtres pathogènes pour l'homme comme par exemple *Listeria monocytogenes* qui peut parfois se retrouver sur certains légumes.

Les champignons

Responsables des moisissures, les champignons peuvent se développer sur un substrat très pauvre en éléments nutritifs; contrairement aux bactéries, les champignons sont visibles à l'œil nu. Ils se reproduisent habituellement par la formation de nombreuses spores qui sont facilement disséminées par les canaux de lavage, par contact direct et particulièrement par l'air. Les spores des champignons peuvent se fixer aux murs des chambres d'entreposage et sur le matériel utilisé en entrepôt (Moras, 1983). Le développement des moisissures sur les murs ou plafonds peut être un indice d'une isolation insuffisante ou d'un coupe-vapeur perforé ou mal installé. Dans ce cas, même si une désinfection chimique parvient à détruire la majorité de ces champignons, la solution à long terme demeure de remplacer ou de réparer l'élément défectueux.

Moisissure grise sur l'oignon, causée par Botrytis cinerea

Beaucoup de ces organismes se nourrissent des produits frais et de la matière organique. En l'absence de sources nutritives, ils peuvent survivre sur d'autres matériaux tels le bois et le plastique. En s'attaquant à la matière organique, les bactéries et les champignons peuvent dégager des odeurs nauséabondes (éthylène et autres produits volatils) pouvant altérer le goût ou accélérer la maturation des fruits et des légumes entreposés. Même s'il est difficile d'éliminer complètement ces microorganismes, des mesures préventives et un plan d'assainissement adéquats permettent de contrôler leur prolifération et de réduire de beaucoup le taux d'infection des produits frais en entrepôt.

L'ASSAINISSEMENT DE L'ENTREPÔT

Lorsqu'ils sont présents dans l'entrepôt, les microorganismes causant des pourritures et des moisissures sur les fruits ou légumes (Tableau 1) peuvent être éliminés par un plan d'assainissement adéquat. La présence de la moindre source de matériel végétal peut permettre aux spores de champignons et aux bactéries de survivre entre deux périodes d'entreposage. Les microorganismes peuvent ensuite se développer et engendrer des pertes importantes lorsque les produits frais seront entreposés. Il est donc important de respecter et d'appliquer les normes d'hygiène appropriées pour diminuer les pertes.

Pour qu'un plan d'assainissement soit efficace, il doit respecter certaines étapes dans un ordre précis. Ces étapes sont : le nettoyage, la désinfection, le rinçage et le séchage. Les techniques et les produits

utilisés pour la réalisation de chaque étape doivent être adaptés aux systèmes de traitement et d'entreposage dont les principales composantes sont :

- Le plancher, les murs, le plafond, les portes et les poutres de la structure;
- Les différentes composantes des systèmes de réfrigération et des systèmes de traitement et manutention des fruits et légumes;
- Les conduits électriques et les recouvrements des lumières;
- Les canalisations pour l'eau et l'air et leurs composantes (drains, grillages);
- Les contenants de bois et de plastique réutilisés pour l'entreposage des fruits et légumes;
- Les palettes servant à la manutention des contenants;
- La machinerie utilisée dans l'entrepôt;
- Les contenants à déchets.

Le nettoyage

Le nettoyage est la première étape dans l'entretien d'un entrepôt. Il permet d'éliminer les résidus végétaux favorisant le développement des microorganismes. Ces résidus sont une importante source de contamination pour les produits qui seront entreposés. L'élimination régulière de cette source primaire d'inoculum contribue à diminuer les pertes en entrepôt.

L'élimination des débris au sol se fait généralement par un simple balayage. Toutefois, un brossage vigoureux peut être nécessaire lorsque les débris ont adhéré aux surfaces des murs et du plafond. De plus, un bon dépoussiérage s'impose pour faciliter les étapes subséquentes.

Débris d'oignons accumulés sur le sol dans une ligne d'emballage.

L'aspirateur ou le mouillage des surfaces demeurent de bons moyens de récupérer la poussière en évitant de la disséminer dans l'air. Les saletés restantes peuvent être enlevées avec de l'eau et des détergents. À cette étape, il importe de bien récurer en frottant pour déloger les saletés incrustées dans le matériel.

Le lavage à haute pression avec un détergent industriel non moussant est souvent la solution la plus pratique. Pour des raisons de sécurité, les installations électriques ainsi que les moteurs qui ne sont pas à l'épreuve de l'eau doivent être recouverts.

Cette première étape est très importante car la présence de matières organiques gêne et peut même neutraliser l'action des désinfectants. De plus, elle permet d'enlever les substrats pouvant servir à la croissance des microorganismes dans l'entrepôt. Toutefois, comme il reste beaucoup de microorganismes qui n'ont pas été atteints lors de ce processus, il faut les éliminer par la désinfection.

La désinfection

La désinfection des locaux et des emballages doit être effectuée en l'absence des produits frais. Il est important de recouvrir les installations électriques et métalliques, surtout si l'on emploie des substances corrosives (Lidster *et al.*, 1988). La désinfection de l'entrepôt, du matériel d'entreposage et des systèmes de traitement doit être faite avec les produits adéquats et suivant les méthodes appropriées (Tableau 2). Une attention particulière doit être apportée si le taux de contamination est élevé. Le désinfectant permet la destruction des microorganismes présents sur les surfaces. Par contre, pour qu'il soit efficace, les conditions d'application et le temps de contact nécessaire doivent être respectés.

Les produits désinfectants sont souvent irritants. Pour éviter malaises et autres problèmes de santé, il faut se protéger lors de leur utilisation. Une bonne protection exige le port de lunettes de protection, un masque respiratoire, un habit imperméable, des gants et des bottes de caoutchouc.

Il est important de bien lire les étiquettes avant l'utilisation des produits désinfectants homologués à cette fin et leur application doit être conforme au mode d'emploi prescrit. Une attention particulière doit être apportée pour respecter les délais entre l'utilisation des désinfectants, les besoins d'aération de l'entrepôt après la désinfection et l'entrée de nouveaux produits horticoles. Pour permettre une bonne aération des chambres, les portes doivent être ouvertes et l'air extérieur forcé à entrer dans l'entrepôt. L'ajout d'un filtre à air au charbon activé empêche le développement d'odeurs dans les chambres d'entrepôts. Dans la littérature, on conseille l'application d'une peinture à base de fongicide sur les murs pour assurer une protection additionnelle pendant plusieurs années (Phillips *et al.*, 1970, Lidster *et al.*, 1988).

Pour la désinfection des chambres d'entreposages, l'ozone et les U.V. ne sont pas efficaces. En plus d'être très dommageables pour la santé, Lidster *et al.* (1988) ont noté que de faibles concentrations d'ozone (0,5 ppm) peuvent endommager les produits frais, le plastique, le recouvrement des fils électriques et les objets à base de caoutchouc comme les joints d'étanchéité.

Une désinfection partielle des boîtes, des palettes, des contenants et autres équipements, est possible simplement en les laissant au soleil et au grand vent.

Des produits fumigènes peuvent être utilisés pour atteindre les moindres petits recoins inaccessibles par les méthodes conventionnelles. Par contre, cette méthode n'est efficace que sur des surfaces humides; elle comporte de grands risques pour la santé et une bonne ventilation de l'entrepôt pendant plusieurs jours s'impose par la suite. Pour être efficace, la fumigation doit être réalisée avec grands soins; des précautions particulières doivent être prises pour éviter que personne n'entre par erreur en contact avec ces produits.

Le rinçage

Certains désinfectants dégagent des odeurs qui peuvent donner un goût indésirable aux fruits et aux légumes. De plus, l'effet prolongé de certains de ces produits peut causer la corrosion des matériaux de la structure de l'entrepôt et du matériel d'entreposage. Un bon rinçage est donc essentiel lorsque certains produits désinfectants sont utilisés (Tableau 2).

Le rinçage se fait en arrosant abondamment toutes les surfaces traitées lors de la désinfection en commençant par celles les plus élevées pour permettre l'écoulement vers le bas des résidus. Toute eau stagnante doit être éliminée. Il est primordial d'utiliser une eau potable pour ne pas recontaminer l'entrepôt.

Le séchage

Le séchage est la dernière étape importante d'un plan d'assainissement d'entrepôt. Il a pour but d'éliminer l'humidité qui offre des conditions idéales au développement des moisissures et pourritures. Le séchage aura lieu après la désinfection si le produit utilisé ne nécessite pas de rinçage, ou après le rinçage.

Tableau 1. Principaux microorganismes et dégâts qu'ils causent dans les entrepôts à fruits et légumes.

Produits	Champignons	Bactéries
Carottes	*Alternaria* sp.[1]; *Rhizopus* sp.[2]; *Sclerotinia sclerotiorum*[4]	*Erwinia* spp.[3]
Céleris	*Acremonium apii*[5]; *Botrytis cinerea*[6]	Erwinia *spp.*[3]; *Pseudomonas* spp. [3]
Crucifères	*Alternaria* sp.[1]; *Botrytis cinerea*[6]	*Listeria monocytogenes*[13], *Aeromonas* sp.[7]
Fruits en général	*Penicillium* sp.[8]	
Légumes en général		*Erwinia* spp[3]; *Pseudomonas* spp.[3]; *Yersinia enterocolitica*[7]; *Aeromonas sp.*[7]; *Listeria* monocytogenes[13].
Oignons	*Aspergillus* sp.[9]; *Botrytis cinerea*[6], *Penicillium* spp.[8], *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*[10]	*Erwinia* spp.[3]; *Pseudomonas* spp.[3]
Poivrons	*Alternaria* sp.[1]	*Erwinia* spp.[3]; *Pseudomonas* spp. [3]
Poires	*Penicillium expansum*[6]; *Botrytis cinerea*[6]	
Pommes	*Penicillium expansum*[6]; *Botrytis cinerea*[6];	
Pommes de terre	*Fusarium* sp.[13]; *Phoma* sp.[12]	*Erwinia* spp.[3] *Listeria monocytogenes*[13]
Pommes de terre sucrée	*Rhizopus* sp.[2]; *Fusarium* sp.[11]	*Erwinia chrysanthemi*[3]
Tomates	*Alternaria* sp.[1]; *Rhizopus* sp.[2]; *Botrytis cinerea*[6]	*Erwinia* spp.[3]; *Aeromonas* sp.[7]; *Pseudomonas* spp. [3]

1- Pourriture alternarienne noire ; 2- Pourriture noire ; 3- Pourriture molle sur produit frais ; 4- Moisissure blanche ; 5- Tache brune ; 6- Moisissure grise ; 7- Diarrhée chez l'humain ; 8- Moisissure bleue ; 9- Moisissure noire ; 10- Pourriture basale fusarienne ; 11- Pourriture fusarienne ; 12- Gangrène ; 13- Listériose.

Le séchage se fait en enlevant les surplus d'eau et en assurant une bonne ventilation des chambres. Si les conditions extérieures sont chaudes et sèches, l'air extérieur peut être forcé vers l'intérieur. Le maintien d'une température élevée et d'un faible taux d'humidité peut contribuer à réduire la croissance des moisissures et des bactéries dans l'entrepôt.

INTERVALLES ENTRE LES ASSAINISSEMENTS

Toutes ces étapes sont indispensables dans le processus d'assainissement d'un entrepôt. Une fois l'assainissement de l'entrepôt effectué, il est important de ne pas le recontaminer avec des bottes de travail et des vêtements protecteurs souillés ou avec la machinerie agricole provenant directement du champ. Les intervalles auxquels l'assainissement de l'entrepôt doit être fait diffèrent selon le type d'entreposage.

Entreposage à court terme

Lors des entreposages à court terme, comme pour les fraises ou les haricots, les mesures d'hygiène doivent être continues. Ces produits étant très périssables, ils favorisent donc la croissance des microorganismes saprophytes. Aucune accumulation de débris ne devrait être tolérée. Cela crée une source de contamination incessante et si elle n'est pas éliminée par l'application de mesures prophylactiques, les pertes économiques peuvent devenir importantes.

Entreposage à long terme

Pour ce qui est de l'entreposage à long terme comme pour les pommes, les pommes de terre ou les carottes, le nettoyage devrait être fait immédiatement après la saison d'entreposage. Toutes les autres étapes nécessaires à l'assainissement de l'entrepôt devraient être faites avant le début de chaque saison d'entreposage, surtout s'il y a eu des pertes occasionnées par des microorganismes lors du dernier entreposage.

Il est aussi important de déterminer quelles sources de contamination sont présentes dans l'entrepôt. Il est alors plus facile d'établir les mesures de prévention à utiliser. Le contrôle des agents pathogènes peut être grandement facilité lors de la conception des entrepôts en choisissant des matériaux faciles à laver, en éliminant les endroits inaccessibles et les matériaux poreux, en facilitant l'accès aux conduits de ventilation et en éliminant les points où l'eau peut s'accumuler.

L'instauration d'un plan d'assainissement de l'entrepôt ne réglera pas tous les problèmes, toutefois, l'application de ces mesures servira à diminuer grandement les pertes occasionnées par les microorganismes dans les entrepôts à fruits et légumes.

CRDH Horticulture
Saint-Jean-sur-Richelieu

COMMANDE POSTALE

Ce feuillet technique est disponible gratuitement à l'adresse suivante :

Demande de publications
Centre de R&D en horticulture
430, boul. Gouin
Saint-Jean-sur-Richelieu, Qc
CANADA J3B 3E6

Tableau 2 : Désinfectants homologués au Canada pour le nettoyage des entrepôts à fruits et légumes (1999).

Composés	Activité		Inactivé par la matière organique	Corrosif	Solution	Temps d'exposition (minutes)	Avantages	Inconvénients
	Bactéricide	Fongicide						
Hypochlorites (eau de Javel 5,25 à 6% m.a.)	+	+	Oui	Oui Très corrosif pour les métaux	10 L / 90 L d'eau	10	Action rapide Peu coûteux	Décoloration de certains matériaux Présence d'odeurs Irritant Doit être changé souvent Sensible au pH de l'eau Peut laisser une odeur sur produits **Rinçage nécessaire**
Ammonium quaternaire (10% m.a.)	++ à +	+	Légèrement	Non	8 à 24 mL / L d'eau	10	Efficace à basse température Peut être combiné avec des détergents	Ne pas mélanger avec d'autres produits **Rinçage nécessaire**
Composés phénoliques (désinfectant hôpitaux)	++	++	Légèrement	Non	Voir étiquette	10	Action résiduelle	Résidus non volatils **Rinçage nécessaire**
Solution formaline 37%	++	± à +	Oui	Non	4 L / 100 L d'eau	30	Large spectre d'action	Nocif pour l'humain Porter un respirateur Irritant Ventiler après traitement Vapeurs toxiques Laisse une odeur désagréable

Légende : ++ = très efficace; + = efficace; ± = peu efficace
Guide to pest management, 1995-96.